



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 51 306 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:
B 62 D 5/04
F 16 H 55/24

②① Aktenzeichen: 100 51 306.9
②② Anmeldetag: 17. 10. 2000
④③ Offenlegungstag: 18. 4. 2002

DE 100 51 306 A 1

⑦① Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:
Bock, Michael, 71679 Asperg, DE; Nagel, Willi,
71686 Remseck, DE; Knecht, Rolf, 71254 Ditzingen,
DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

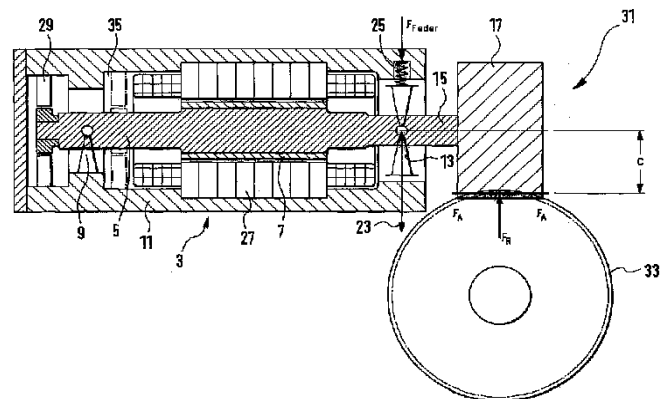
DE 199 07 269 A1
FR 26 58 148 A1
FR 23 75 572 A1
EP 04 20 131 A1
WO 99 65 758 A1
WO 99 11 502 A1

JP 00043739 A., In: Patent Abstracts of Japan;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Spielfreies Lenkgetriebe

⑤⑦ Es wird ein Getriebe für Lenkungen von Fahrzeugen
vorgeschlagen, bei welchen durch Verschwenken einer
Welle (5) eines Ritzels (17) in radialer Richtung (23) durch
ein Federelement (25) eine spielfreie Übertragung der
Drehbewegung von der Welle (5) auf eine Abtriebswelle
(21) gewährleistet ist.



DE 100 51 306 A 1



[0001] Die Erfindung betrifft ein Getriebe für eine Fahrzeuglenkung mit einem auf einer Welle drehfest angeordneten Ritzel und mit einem mit dem Ritzel kämmenden Zahnrad, wobei Ritzel und Zahnrad in radialer Richtung vorgespannt sind.

[0002] Konventionelle Fahrzeuglenkungen, Fahrzeuglenkungen mit Überlagerungsgetriebe und Steer-by-Wire-Lenkanlagen erfordern ein oder mehrere Lenkgetriebe, mit denen die Drehbewegung des Lenkrads in eine Drehbewegung der gelenkten Räder umgesetzt wird.

[0003] Bei konventionellen, elektrischen Servolenkungen muss zusätzlich ein von einem Elektromotor aufgebracht Drehmoment in die Lenkung eingekoppelt werden. Bei einer Steer-by-Wire-Lenkanlage besteht keine mechanische oder hydraulische Verbindung zwischen Lenkrad und gelenkten Rädern. Ein Lenksteller regelt die Stellung der gelenkten Räder in Abhängigkeit des Fahrerlenkwunsches und anderer Größen wie z. B. Gierrate oder Fahrgeschwindigkeit. Die Lenkbewegung der gelenkten Räder ist frei programmierbar, und die gesamte Lenkarbeit wird durch den elektrischen oder hydraulischen Lenksteller aufgebracht.

[0004] Bei Fahrzeuglenkungen mit Überlagerungsgetriebe wird eine konventionelle Lenkung mit einem Überlagerungsgetriebe kombiniert, um Lenkeingriffe unabhängig vom Fahrerlenkwunsch vornehmen zu können. Damit werden die Eigenschaften einer Steer-by-Wire-Lenkanlage weitestgehend erreicht.

[0005] Bei diesen Getrieben ist Spiel unerwünscht, da es das Lenkgefühl verschlechtert, die Präzision von Lenkeingriffen verringert und sich außerdem beim Wechsel der Drehrichtung durch "Knackgeräusche" unangenehm bemerkbar macht.

[0006] Zur Vermeidung von Spiel in den o. g. Lenkgetrieben ist es aus der DE OS 198 22 478 A1 bekannt, das Ritzel eines Schneckengetriebes axial verschiebbar zu lagern und in axialer Richtung federnd vorzuspannen. Dadurch wird ein eventuell vorhandenes Spiel im Lenkgetriebe nicht verringert, sondern es wird lediglich die Entstehung der o. g. "Knackgeräusche" teilweise verhindert, da das Ritzel nach einem Wechsel der Drehrichtung beim Aufprall auf das Schneckenrad in axialer Richtung ausweichen kann und somit der Aufprall gemildert wird. Nachteilig an diesem Lenkgetriebe ist, dass die Präzision der Lenkbewegung leidet und ein Längenausgleich zwischen der Ritzelwelle und dem die Ritzelwelle antreibenden Elektromotor erforderlich ist.

[0007] Es ist weiterhin aus der WO 99/11502 bekannt, die Ritzelwelle eines Schneckengetriebes einer elektrischen Servoeinheit in einer Exzenterhülse zu lagern, so dass bei der Montage das Spiel des Schneckengetriebes eingestellt werden kann. Nachteilig an dieser Lösung ist, dass durch Verschleiss der Getrieberäder und/oder deren Lagerung sich das Spiel im Lauf der Zeit vergrößert und somit die Knackgeräusche zunehmen.

[0008] Aus der JP OS 10 281 235 A ist es bekannt, das Ritzel eines elektrisch angetriebenen Schneckengetriebes in einer durch einen O-Ring aus Gummi, welcher zwischen Ritzellager und Gehäuse angeordnet ist, gebildeten, elastischen Lagerung vorgespannt zu montieren. Bei diesen Getriebe tritt kein Spiel auf, und der Verschleiss des Getriebes wird selbsttätig ausgeglichen. Nachteilig an dieser Ausführung ist jedoch, dass ein O-Ring im Laufe der Zeit altert und somit die Vorspannung zurückgeht. Außerdem kann das Ritzel nicht nur in radialer, sondern auch in tangentialer Richtung ausgelenkt werden, was die Lenkpräzision verringert.

[0009] Aus der noch nicht veröffentlichten Patentanmeldung mit dem Aktenzeichen 199 44 133.2 (AT 15.09.1999) der ZF Lenksysteme GmbH ist eine elektrische Servoeinheit bekannt, bei der die Welle, auf der das Ritzel eines Schneckengetriebes befestigt ist, an drei Punkten gelagert ist. Eines der drei Lager ist in radialer Richtung verschiebbar. Durch das Aufbringen einer Federkraft in radialer Richtung wird die Welle elastisch verformt und somit ein spielfreier Eingriff des Ritzels im Schneckenrad gewährleistet. Allerdings muss die Welle zusätzlich zu den aus dem Betrieb des Lenkgetriebes resultierenden Torsionsbeanspruchungen noch eine umlaufende Biegebeanspruchung aufnehmen.

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein selbstnachstellendes Getriebe für eine Fahrzeuglenkung bereitzustellen, welches spielfrei ist, die Bauteilbelastungen zumindest nicht erhöht und eine hohe Lenkpräzision gewährleistet.

[0011] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Getriebe für eine Fahrzeuglenkung, mit einem auf einer Welle drehfest angeordneten Ritzel, mit einem mit dem Ritzel kämmenden Zahnrad, wobei Ritzel und Zahnrad in radialer Richtung vorgespannt sind und wobei die Welle in radialer Richtung verschwenkbar gelagert ist.

Vorteile der Erfindung

[0012] Durch die Schwenkbewegung der Welle in radialer Richtung kann ein spielfreier Eingriff zwischen Ritzel und Zahnrad hergestellt werden, der auch beim Auftreten von Verschleiss der Zahnradlagerungen oder der Zahnräder ohne weiteres ausgeglichen werden kann. Zusätzliche Belastungen der Getriebebauteile treten nicht auf. Des Weiteren ist es möglich, die Anpresskraft zwischen Ritzel und Zahnrad einfach und genau festzulegen, so dass die Reibung des Getriebes nicht größer als unbedingt notwendig ist und somit die Rückstellung der Fahrzeuglenkung in die Mittellage nicht nennenswert behindert wird. Außerdem kann sich das Ritzel in axialer Richtung nicht verschieben, was die Lenkpräzision erhöht.

[0013] Die eingangs genannte Aufgabe wird ebenfalls gelöst durch ein Getriebe für eine Fahrzeuglenkung, mit einem auf einer Welle drehfest angeordneten Ritzel, mit einer mit dem Ritzel kämmenden Zahnstange, wobei Ritzel und Zahnstange in radialer Richtung vorgespannt sind und wobei die Welle in radialer Richtung verschwenkbar gelagert ist. Bei diesem erfindungsgemäßen Zahnstangengetriebe kommen die o. g. Vorteile in gleicher Weise zum Tragen.

[0014] Bei einer Variante der Erfindung ist vorgesehen, dass die Welle in einem Gehäuse mittels eines Festlagers und mindestens eines Loslagers gelagert ist, und dass das oder die Loslager in radialer Richtung im Gehäuse verschiebbar sind, und/oder dass das Gehäuse ein Langloch zur Aufnahme des Loslagers aufweist, und dass die Längsachse des Langlochs in radialer Richtung verläuft. Bei dieser Variante ist die Schwenkbewegung der Welle durch das Langloch vorgegeben. Ein Ausweichen der Welle in tangentialer Richtung ist nicht möglich. Weiterhin ist ein Langloch fertigungstechnisch einfach herzustellen.

[0015] In weiterer Ergänzung der Erfindung stützt sich das Loslager über einen Stützring gegen das Gehäuse ab, so dass das Loslager nicht mit oder linienförmigen Radiallasten beaufschlagt wird und die Führung des Loslagers im Gehäuse verbessert wird.

[0016] In weiterer Ergänzung der Erfindung ist zwischen Loslager und Gehäuse oder zwischen Stützring und Gehäuse mindestens ein Federelement, insbesondere eine Spiralfeder oder eine Tellerfeder, vorgesehen, so dass auf einfache und kostengünstige Weise eine definierte Vorspannung



zwischen Ritzel und Zahnrad bzw. Zahnstange einstellbar ist. Die Vorspannkraft hängt dabei im Wesentlichen von der Federrate des oder der Federelemente ab und nur in geringem Umfang von der Fertigungstoleranz des Stützrings und des Gehäuses ab.

[0017] Bei einer anderen Ausgestaltung der Erfindung ist zwischen Loslager und Gehäuse oder zwischen Stützring und Gehäuse eine Verdrehssicherung angebracht, so dass das Loslager sich nicht im Gehäuse drehen kann, was zu Funktionsbeeinträchtigungen führen könnte.

[0018] Bei einer weiteren Ergänzung der Erfindung ist das Ritzel auf der Rotorwelle eines Elektromotors drehfest angeordnet, so dass die Zahl der Bauteile reduziert wird und eine besonders kompakte Bauweise des erfindungsgemäßen Getriebes möglich wird.

[0019] Das erfindungsgemäße Getriebe kann ein Schneckengetriebe, ein Stirnradgetriebe mit Außen- oder Innenverzahnung, ein Stirnradgetriebe mit Zahnstange, ein Kegelradgetriebe, ein Planetengetriebe oder ein Schraubenradgetriebe sein, so dass die erfindungsgemäßen Vorteile bei allen Getriebearten zum Tragen kommen. Des Weiteren können Ritzel und Zahnrad oder Zahnstange geradzahnt oder schrägverzahnt sein.

[0020] Schließlich kann das erfindungsgemäße Getriebe in einer Servoeinheit einer elektrischen Servolenkung, in einem Zahnstangenlenkgetriebe, in einem Lenksteller mit Überlagerungsgetriebe oder als elektromotrischer Lenksteller einer Steer-by-Wire-Lenkanlage eingesetzt werden.

[0021] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind der nachfolgenden Zeichnung und deren Beschreibung entnehmbar.

Zeichnung

[0022] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und nachfolgend beschrieben. Es zeigen:

[0023] Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Stirnradgetriebes mit Außenverzahnung;

[0024] Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Schneckengetriebes;

[0025] Fig. 3 ein Detail einer erfindungsgemäßen Wellenlagerung, und

[0026] Fig. 4 einen Schnitt entlang der Linie A-A.

Beschreibung der Erfindung

[0027] In Fig. 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Getriebes 1 mit einer Stirnradverzahnung dargestellt. Das Getriebe 1 besteht aus einem Elektromotor 3 mit einer Welle 5, die einen Rotor 7 trägt. Die Welle 5 ist an ihrem einen Ende mit einem nur schematisch dargestellten Festlager 9 in einem Gehäuse 11 des Elektromotors 3 gelagert. Am entgegengesetzten Ende des Elektromotors 3 ist ein Loslager 13 vorhanden. Auf einem Wellenstumpf 15 der Welle 5 ist ein Ritzel 17 drehfest befestigt. Das Ritzel 17 ist somit fliegend auf der Welle 5 gelagert und kämmt mit einem Zahnrad 19, welches auf einer Abtriebswelle 21 befestigt ist. Die Lagerung der Abtriebswelle 21 ist in Fig. 1 nicht dargestellt.

[0028] Um Spiel in der Verzahnung zwischen Ritzel 17 und Zahnrad 19 zu verhindern, kann die Welle 5 um das Festlager 9 in Richtung der Pfeile X1 verschwenkt werden. Die Schwenkbewegung der Welle 5 wird dadurch ermöglicht, dass das Loslager 13 in radialer Richtung, welche durch einen Pfeil 23 dargestellt ist, verschiebbar im Gehäuse 11 befestigt ist. Ein als Spiralfeder ausgebildetes Federelement 25 presst das Ritzel 17 auf das Zahnrad 19, so dass

eine spielfreie Übertragung der Drehbewegung des Elektromotors 3 auf die Abtriebswelle erfolgt. Federrate und Vorspannung des Federelements 25 sind so zu bemessen, dass, unabhängig von der Drehrichtung und dem Drehmoment

des Elektromotors 3, die zwischen den Zahnflanken des Ritzels 17 und des Zahnrads 19 auftretenden Kräfte die Welle 5 nicht entgegen der Federkraft des Federelements 25 verschwenken können. Andererseits ist darauf zu achten, dass die Federkraft des Federelements 25 nicht größer als nötig ist, um zu verhindern, dass das erfindungsgemäße Getriebe schwergängig wird und der Verschleiss unnötig groß ist.

[0029] Um die Funktion des Elektromotors 3 sicherzustellen, ist es notwendig, dass der Verschwenkweg X2 des Loslagers 13 so bemessen ist, dass der Rotor 7 nicht an einem Stator 27 des Elektromotors schleifen kann. Außerdem ist darauf zu achten, dass eventuell vorhandene Bürsten 29 des Elektromotors 23 oder nicht dargestellte Drehwinkelsensoren durch das Verschwenken der Welle 5 in ihrer Funktion nicht beeinträchtigt werden. Dies bedeutet, dass der Spalt X3 zwischen Rotor 7 und Stator 27 so bemessen sein muss, dass, wenn der Verschwenkweg X2 des Loslagers 13 aufgezehrt ist, eine Berührung zwischen Rotor 7 und Stator 27 nicht stattfindet.

[0030] Die Bürste 29 oder die nicht dargestellten Drehwinkelsensoren werden deshalb bevorzugt in der Nähe des Festlagers 9 angeordnet. Das Gehäuse 11 des Elektromotors 3 weist im Bereich des Loslagers 13 ein Langloch auf, welches um zweimal den Betrag X2 länger ist, als der Durchmesser des Loslagers 13.

[0031] Fig. 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung in Form eines Schneckengetriebes 31. Gleiche Bauteile werden mit gleichen Bezugszeichen versehen, und es gilt das bezüglich eines Ausführungsbeispiels gesagte entsprechend. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind in der Fig. 2 die Pfeile X1, der Verschwenkweg X2 und der Spalt X3 zwischen Rotor 7 und Stator 27 nicht noch einmal eingezeichnet. Es gilt jedoch das bezüglich des ersten Ausführungsbeispiels gesagte auch für das zweite Ausführungsbeispiel. In Fig. 2 ist ein weiterer, möglicher Einbauort 35 für Bürsten 29 oder nicht dargestellte Drehwinkelsensoren eingezeichnet.

[0032] Wenn das Ritzel 17 ein Drehmoment auf das Schneckenrad 33 überträgt, entsteht eine Radialkraft F_R . Die Radialkraft F_R wirkt der Federkraft F_{Feder} des Federelements 25 entgegen. Darüberhinaus entsteht durch die Übertragung des Drehmoments vom Ritzel 17 auf das Schneckenrad 33 auch noch eine Axialkraft F_A . Abhängig von der Drehrichtung ändert die Axialkraft F_A ihre Richtung. Das Federelement 25 muss so dimensioniert sein, dass das Anpressmoment $F_{\text{Feder}} \times a$ des Federelements 25 größer als das Moment $(F_R \times b - F_A \times c)$ ist.

[0033] Bei Verzahnungen, die axialkraftfrei sind, wie bspw. Pfeilverzahnungen, tritt keine Axialkraft F_A auf, so dass die Federkraft F_{Feder} des Federelements 25 entsprechend geringer gewählt werden kann. Dadurch entsteht weniger Reibung, und die Anpresskraft ist unabhängig von der Drehrichtung des Elektromotors 3.

[0034] In Fig. 3 ist eine konstruktive Ausgestaltung des ersten Ausführungsbeispiels etwas detaillierter dargestellt. Das Festlager 9 und das Loslager 13 sind als Rillenkugellager ausgeführt. Ein Innenring 37 des Festlagers 9 ist über einen Presssitz mit der Welle 5 verbunden. Ein Außenring 39 des Festlagers 9 ist über einen Presssitz im Gehäuse 11 bzw. den zum Gehäuse 11 gehörigen Lagerdeckel eingepresst. An dem dem Ritzel 17 entgegengesetzten Ende der Welle 5 ist ein Drehwinkelsensor 41 angeordnet. Das Ritzel 17 ist über die Passfedern 43 und eine Schraube 45 drehfest und axial fest mit dem Wellenstumpf 15 verbunden.



[0035] Fig. 4 zeigt eine Schnittdarstellung des Loslagers 13 entlang der Schnittlinie A-A. Der Wellenstumpf 15 ist mit einem Rillenkugellager in einem Stützring 47 gelagert. Der Stützring 47 wiederum ist in einem Langloch 49 des Gehäuses 11 aufgenommen. Das Langloch 49 ist so bemessen, dass in radialer, d. h. in Richtung des Pfeils 23 der Stützring 47 um zweimal X2 verschoben werden kann. D. h. durch die Länge des Langlochs 49 in radialer Richtung ist der Verschwenkweg X2 festgelegt. Das Federelement 25 wirkt entweder direkt auf den Außenring des Loslagers 13 oder mittelbar über den Stützring 47 auf die Welle 5. In tangentialer Richtung – hier durch einen Pfeil 51 angedeutet – ist das Langloch 49 so bemessen, dass der Stützring 47 spielfrei in das Langloch passt. Das Federelement 25 dient gleichzeitig als Verdrehsicherung, um zu verhindern, dass sich der Stützring im Langloch 49 dreht. Unter Schutz gestellt werden sollen auch andere Ausgestaltungen, die in tangentialer Richtung spielfrei sind und in radialer Richtung eine Verschiebung des Stützrings 47 um zweimal den Betrag X2 erlauben.

[0036] Die Erfindung und ihre Anwendbarkeit ist nicht auf Schneckengetriebe und geradzahnte Stirnradgetriebe mit Außenverzahnung gemäß der Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern kann auch bei Stirnradgetrieben mit Innenverzahnung, Kegelradgetrieben, Planetengetrieben oder Schraubenradgetrieben eingesetzt werden. Die Erfindung ist auch auf Zahnstangengetriebe anwendbar.

[0037] Alle in der Beschreibung der Zeichnung und den Patentansprüchen beschriebenen Merkmale können sowohl einzeln oder auch in beliebiger Kombination erfindungswesentlich sein.

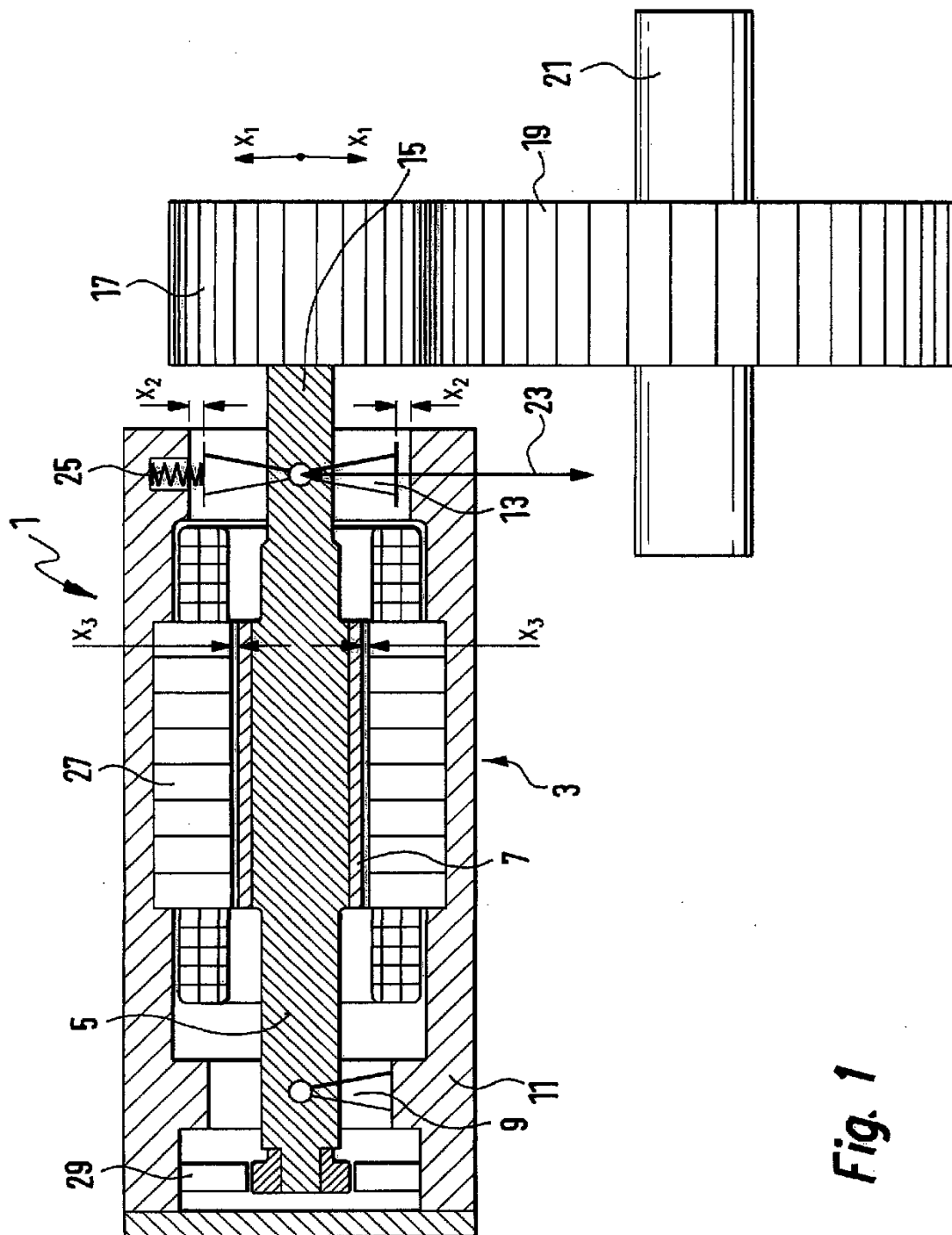
Patentansprüche

1. Getriebe für eine Fahrzeuglenkung mit einem auf einer Welle (5) drehfest angeordneten Ritzel (17), mit einem mit dem Ritzel (17) kämmenden Zahnrad (19), wobei Ritzel (17) und Zahnrad (19) in radialer Richtung vorgespannt sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Welle (5) in radialer Richtung (23) verschwenkbar gelagert ist.
2. Getriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle in einem Gehäuse (11) mittels eines Festlagers (9) und mindestens eines Loslagers (13) gelagert ist, und dass das oder die Loslager (13) in radialer Richtung (23) im Gehäuse (11) verschiebbar sind.
3. Getriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (11) ein Langloch (49) zur Aufnahme des Loslagers (13) aufweist und dass die Längsachse des Langlochs (49) in radialer Richtung (23) verläuft.
4. Getriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich das Loslager (13) über einen Stützring (47) gegen das Gehäuse (11) abstützt.
5. Getriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Loslager (13) und Gehäuse (11) oder zwischen Stützring (47) und Gehäuse (11) mindestens ein Federelement (25) vorgesehen ist.
6. Getriebe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Federelement (25) eine Spiralfeder oder eine Tellerfeder ist.
7. Getriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Loslager (13) und Gehäuse (11) oder zwischen Stützring (47) und Gehäuse (11) eine Verdrehsicherung angebracht ist.

8. Getriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle (5) die Rotorwelle eines Elektromotors ist.
9. Getriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Ritzel (17) fliegend auf der Welle (5) gelagert ist.
10. Getriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle (5) mit Gleitlagern und/oder Wälzlagern, bevorzugt Rillen- oder Pendelkugellagern, in dem Gehäuse (11) gelagert ist.
11. Getriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Getriebe ein Schneckengetriebe, Stirnradgetriebe mit Außen- oder Innenverzahnung, Stirnradgetriebe mit Zahnstange, Kegelradgetriebe, Planetengetriebe oder Schraubenradgetriebe ist.
12. Getriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Ritzel (17) und das Zahnrad (19) oder die Zahnstange geradzahnt, schrägverzahnt oder pfeilverzahnt sind.
13. Verwendung eines Getriebes nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Getriebe in einer Servoeinheit einer elektrischen Servolenkung, in einem Zahnstangenlenkgetriebe, in einem Lenksteller, in einem Überlagerungsgetriebe und/oder als Lenksteller einer Steer-by-Wire-Lenkanlage eingesetzt wird.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen





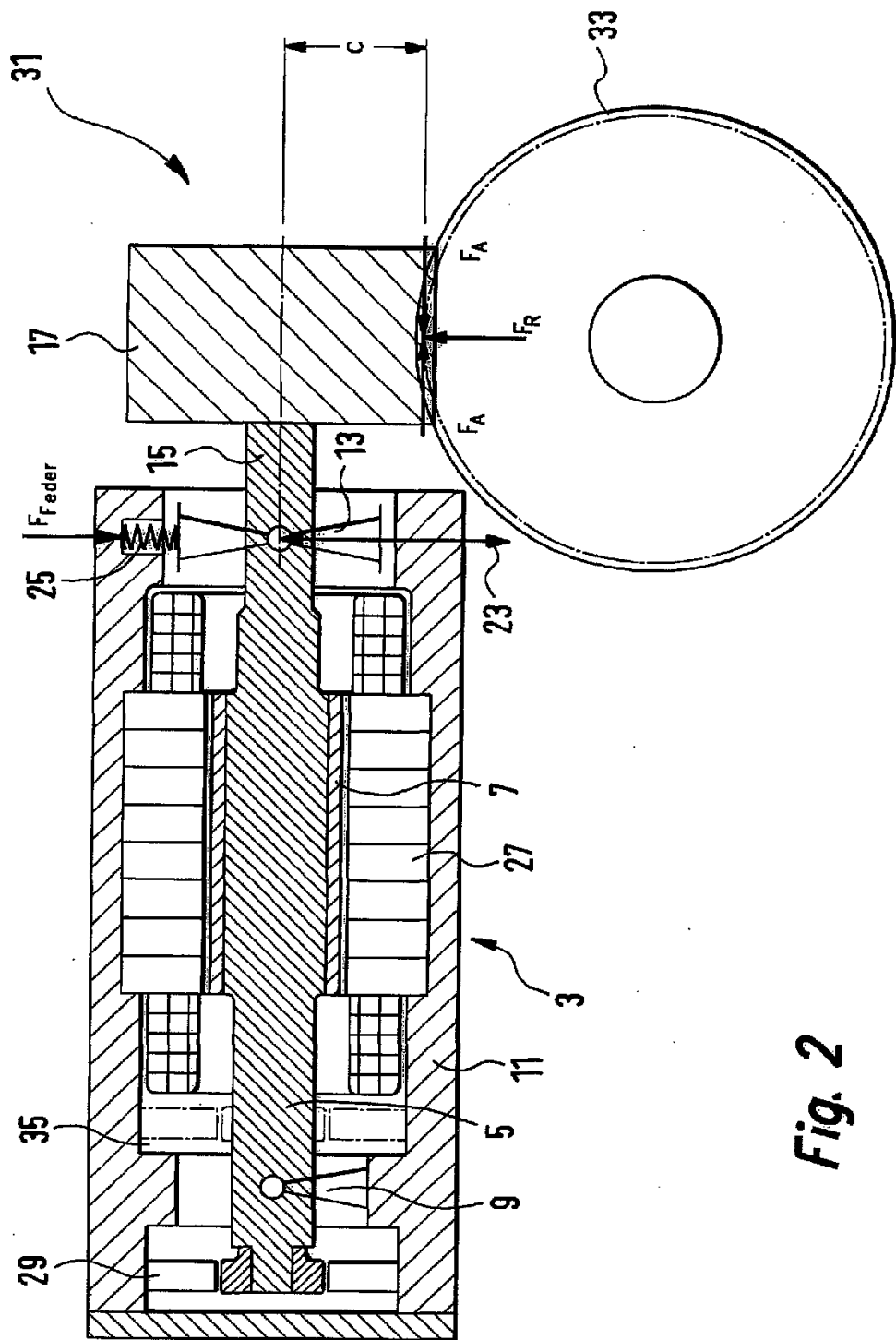
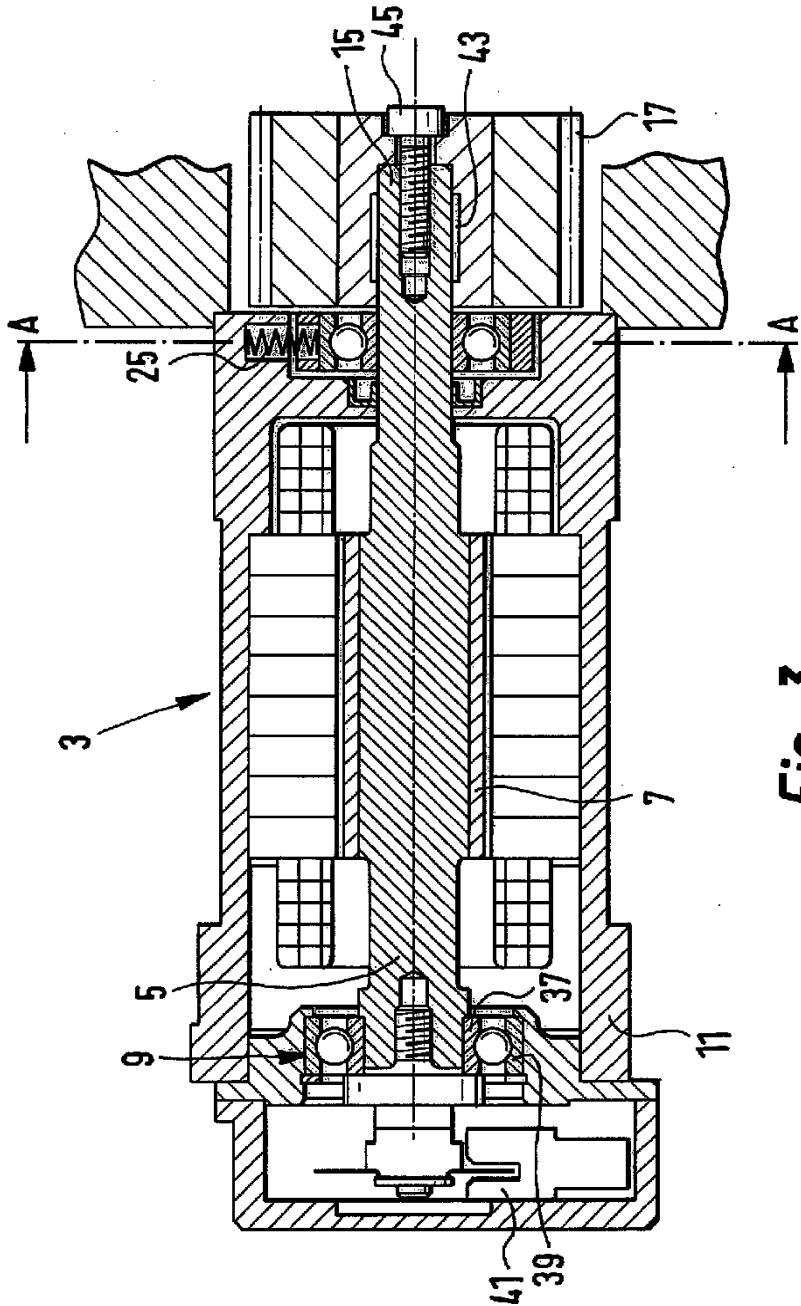


Fig. 2





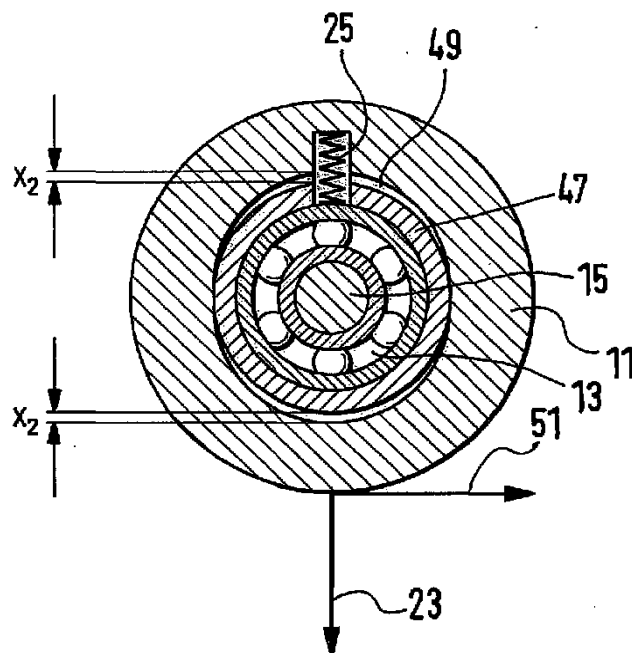


Fig. 4